Beiträge

zur

Lehre von der Verwertung der Hämin-krystalle zu gerichtsärztlichen Zwecken.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der hohen medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Bonn

vorgelegt am 31. Juli 1901

von

Leonhard Müller,

Assistenzarzt im Diakonissenkrankenhaus zu Witten a. d. Ruhr.

Bonn,

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

1901.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Professor Dr. Ungar.

M. L. T. V. L.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548103_0083

Die von Teichmann entdeckten Krystalle des salzsauren Hämatins oder Hämins spielen bekanntlich für den Nachweis von Blut in der gerichtsärztlichen Praxis eine grosse Rolle.

Die Bedeutung dieser Blutprobe ist namentlich deshalb eine grosse, weil schon kleinste Mengen von Blut genügen, um diese charakteristischen Krystalle zu gewinnen und damit den sicheren Nachweis zu führen, dass die untersuchten Spuren wirklich von Blut herrühren.

Der Wert dieser Probe wird aber durch den Umstand eingeschränkt, dass dieselbe nicht stets positiv ausfällt.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass es häufig nicht gelingt, diese Häminkrystalle aus Spuren, die zweifellos von Blut herrühren, herzustellen, dass diese Probe ein negatives Resultat ergeben kann, wenn anderweitige Untersuchungen noch den Nachweis liefern, dass es sich thatsächlich um Blut handelt.

Jeder, der sich mit solchen Untersuchungen beschäftigte, hat wohl die Erfahrung gemacht, dass, während es in dem einen Falle mit Leichtigkeit gelingt, Häminkrystalle zu erhalten, dies unter scheinbar gleichen Bedingungen trotz wiederholter Versuche im anderen Falle nicht gelingen will, dass, während in dem einen Falle schön ausgebildete Krystalle erzielt werden, im anderen Falle wieder charakteristische Krystalle vollkommen vermisst werden.

Die Ursache des Fehlschlagens einschlägiger Versuche, Häminkrystalle zu gewinnen, sind nun, wie ein Einblick in die Litteratur ergiebt, noch nicht genügend klar gestellt. Auch sehen wir, dass über das geeignete Verfahren, Häminkrystalle zu gewinnen, die Ansichten der Autoren geteilt sind. Bei der Wichtigkeit der Sache, bei

der grossen Bedeutung, welche dem Nachweise der Häminkrystalle für die gerichtliche Medizin zukommt, schien es mir daher angezeigt, die Frage, welche Bedingungen die Bildung der Häminkrystalle ungünstig beeinflussen, einer Prüfung zu unterwerfen und unsere Kenntnisse über die Entstehung der Häminkrystalle möglichst zu fördern. Es sei mir zunächst gestattet, eine kurze Übersicht über die bisherigen, in der Litteratur niedergelegten, einschlägigen, wichtigeren Arbeiten zu geben.

Nachdem Teichmann[1]) zunächst von der Darstellung der in Wasser löslichen Hämatinkrystalle des frischen Blutes gesprochen hat, fährt er fort: „Ein Minimum von getrockneter Blutkörperchen-Masse mit einer Säure, namentlich mit Essigsäure, unter dem Deckgläschen bei einer Temperatur von 20—50° R. mit etwas Kochsalz eingetrocknet, giebt Krystalle, deren Verhalten folgende Eigentümlichkeiten darbietet: Sie besitzen immer eine gelbe, ziegelrote, braune oder schwarze Färbung. Sie bilden sich in Form rhombischer Säulen, regelmässig, oder mit mehr oder weniger abgestumpften Ecken, oft giebt es Zwillinge oder Sterne, sind sie aber sehr fein, so kommen sie als Nadeln, Stäbchen, oder den Körnchen des schwarzen Pigmentes ähnliche Körner vor. Die Krystalle sind unempfindlich gegen den Einfluss der Luft und bei direktem Zusatz von Wasser, Äther, Alkohol, Essig, Salz- und Salpetersäure unlöslich. Mit Salpetersäure gekocht, werden sie ganz aufgelöst, ebenso lösen sie sich in verdünnter Kalilösung, in konzentrierter werden sie schwarz, quellen auf und verlieren die scharfen Konturen. Konzentrierte Schwefelsäure löst sie auf, noch leichter Ammoniak. Beim Auflösen der Krystalle muss man darauf achten, sie isoliert zu prüfen, indem die von Eiweissstoffen bedeckten sich

1) Teichmann: Über die Krystallisation der organischen Bestandteile des Blutes. Zeitschrift für rationelle Medizin. Heidelberg 1852.

nur schwer oder gar nicht lösen; ebenso muss man sich hüten, die Eindrücke, die die Krystalle nach ihrer Auflösung in Eiweissstoffen hinterlassen, für entfärbte Krystalle zu halten. Während der Auflösung dieser Krystalle bildet sich immer ein gelber Hof um sie, und besonders nach Behandlung mit Schwefelsäure treten Farbenveränderungen ein.

Von Virchows Hämatoidinkrystallen unterscheiden sich die eben beschriebenen bei manchen Ähnlichkeiten wesentlich dadurch, dass sie sich in den angegebenen Reagentien vollständig lösen, ohne jemals ein Gerüst unlöslicher Substanz zu hinterlassen. Zur Unterscheidung von dem im Wasser löslichen Hämatin des frischen Blutes und von Virchows Hämatoidin schlage ich für die Substanz, welche ich in der beschriebenen Weise krystallinisch auftreten sah, den Namen Hämin vor.

Ich habe die Krystalle aus allen von mir untersuchten Blutarten gewonnen, vom Menschen, Hund, Kaninchen, Ochs, Schwein, Taube, Frosch, ohne dass sie irgend welche Verschiedenheiten zeigten, und ich zweifle daher nicht, dass sie sich aus allen roten Blutarten herstellen lassen."

Nach Kunze[1]) schneidet man die auf Kleidungsstücken oder Holz befindlichen fraglichen Flecke aus und mazeriert das herausgeschnittene in kaltem destilliertem Wasser. Sodann giesst man dieses von den festen Bestandteilen ab und dampft es unter mässiger Wärme ein; setzt zu dem trocknen Rückstande eine überschüssige Menge Eisessigsäure hinzu und kocht das Gemisch darauf tüchtig im Reagenzglase. Dann giesst man es in ein Uhrglas, setzt einige wenige Körnchen Kochsalz hinzu, rührt ein paar mal um und verdampft langsam unter mässiger Wärme über der Spiritusflamme. — Von den Formen der Häminkrystalle hält Kunze die hanfkornförmige für die

1) Kunze-Merseburg: Über Häminkrystalle. Vierteljahresschrift für gerichtliche und öffentliche Medizin 25. Bd. Berlin 1864.

häufigste und unter anderen Krystallformen die vorherrschendste. „Bei Krystallen, die aus altem, teilweise verwestem Blute dargestellt sind, stimmt gewöhnlich nur ein Teil des Krystalles mit den sonstigen Formen überein; auch sehen die Krystalle dunkler, schwärzlich aus, während sonst die Farbe der Häminkrystalle hellrotbraun ist.“ Helwig[1]) giebt an, dass an Stelle des NaCl auch Jodkali verwandt werden kann.

Hofmann[2]) sagt in einer Abhandlung über forensiche Untersuchungen von Blutspuren: „Die Darstellung der Häminkrystalle ist unstreitig eines der wichtigsten Beweismittel für die Anwesenheit von Blut. Ihre Darstellung mittelst Eisessig, unter übrigens nicht immer nötigem Zusatz einer Spur von Kochsalz, ist die einfachste, sicherste und auch bequemste. Ganz besonders empfehlenswert ist das Verfahren von Erdmann. Ein kleines Stückchen der trocknen Substanz kommt auf einen gewöhnlichen Objektträger, wird mit einem Deckgläschen bedeckt und mit Eisessig umgeben. Man erhitzt über einer kleinen Spiritusflamme allmählich bis zum Sieden und lässt dann durch Hin- und Herbewegen des Objektträgers über der Flamme langsam verdunsten.“

„So einfach übrigens das ganze Verfahren ist, so erheischt es doch die Beobachtuug gewisser Vorteile. Zu diesen gehört insbesondere der, dass man dem Lösungsprozesse des Blutfarbstoffes die gehörige Zeit gönnt,“ besonders bei altem Blute.

Zu diesem Behufe ist es angezeigt, das Blutbröckchen auf dem Objektträger mit dem Deckgläschen bedeckt, einige Zeit der Einwirkung der kalten Essigsäure auszusetzen und die Erhitzung erst dann vorzunehmen, wenn

1) Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin Bd. XXV. S. 173.

2) Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen XIX. Bd. N. F. S. 89.

dasselbe erweicht, und ein Teil des Farbstoffes bereits gelöst ist.“ Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch das hierbei bestehende Klaffen des Deckgläschens das Abspringen des letzteren während des Kochens oder Verdunstens vermieden wird. Bedingt das Blutbröckchen nicht ein genügend weites Klaffen des Deckgläschens, kann man einen feinen Holzsplitter unter den Rand des Deckgläschens einschieben. „Endlich ist es angezeigt, dafür zu sorgen, dass das Verdunsten der Häminlösung nicht allzu rasch geschieht, sondern dem Krystallisationsprozess die nötige Zeit gegönnt werde.“

„Die Darstellung der Häminkrystalle gelingt in der überwiegenden Anzahl der Fälle und es ist übertrieben, wenn Roussin das Auffinden der Krystalle nur als einen Glücksfall und ein Ergebnis einer feinen Reaktion und einer glücklichen Verdampfung bezeichnet. Auch Valentin geht zu weit, wenn er die Darstellung der Häminkrystalle als sehr häufig misslingend bezeichnet und daher die Häminprobe gegenüber der spektralen Untersuchung sogar weit zurückstellt. Allerdings misslingt die Häminprobe nicht selten trotz wirklicher Anwesenheit von Blut, aber nicht häufiger als der spektrale Nachweis von Hämoglobin.“

„Die in Folge hohen Alters eintretenden Zersetzungen des Blutfarbstoffes scheinen für sich genügend, in einzelnen Fällen die Bildung von Hämin zu vereiteln.“ „Jedenfalls bedarf es vieler Jahre, bevor eingetrocknetes Blut durch Selbstzersetzung die Fähigkeit verliert, bei zweckmässiger Behandlung in Hämin überzugehen, und es ist deshalb von dieser Seite in forensischen Fällen nicht viel zu fürchten.“

Hofmann führt dann im weiteren aus, dass gewisse chemische Veränderungen, die der Blutfarbstoff erleiden kann, besonders durch Einwirkung des Eisenrostes von grösserer Bedeutung seien. Nach Hofmanns Unter-

suchungen wird durch den Eisenrost die Darstellung des krystallisierten Hämins oft vereitelt, doch ist es Hofmann wie Erdmann öfters geglückt, aus auf rostigen Werkzeugen befindlichem Blute Häminkrystalle zu gewinnen.

Weiter hat Hofmann wiederholt die Beobachtung gemacht, dass, „wenn Blutspuren samt ihrer Unterlage (Gewebe, Holz etc.) der Einwirkung des Eisessigs ausgesetzt wurden, besonders darin erhitzt wurden, keine Krystallbildung eintrat", wohl aber bei abgelösten Blutbröckchen. Wenn Hofmann Moos oder Fichtennadeln, an denen sich Blut befand, der Einwirkung des Eisessigs überliess, gelang es ihm niemals, Krystalle zu erhalten, wohl aber, wenn er „isolierte Blutbröckchen oder den Trockenrückstand der wässerigen Lösung in dieser Weise vornahm." Die Annahme, dass die Einwirkung der Gerbsäure der Krystallbildung hinderlich sei, erwies sich als falsch, da Versuche mit Tannin positive Resultate ergaben. Hofmann führt den negativen Ausfall bei derartigen Versuchen auf andere mit in Lösung gehende Stoffe, und schlägt deshalb vor, „ein unmittelbares Einwirkenlassen der Essigsäure auf die ihrer Unterlage noch anhaftende Blutspur thunlichst zu vermeiden."

„Fäulnis des Blutes ist der Häminbildung nicht hinderlich. Blondlot will zwar gefunden haben, dass faules Blut, im feuchten Zustand aufbewahrt, nach 4—5 Monaten kein Hämin mehr gab, Simon und Büchner aber haben aus faulem Blut ohne Schwierigkeiten Häminkrystalle erhalten. Auch mir gelang dies jedesmal." — Auch aus gekochtem Blute hat Hofmann im Gegensatz zu Blondlot massenhaft Häminkrystalle erhalten und schreibt Hofmann auch hier das Misslingen von Versuchen dem oben erwähnten Einfluss der Unterlage zu.

Hünefeld[1]) warnt bei der Darstellung der Hämin-

1) Hünefeld: Die Blutproben vor Gericht. Leipzig 1875.

krystalle vor der Anwendung der offizinellen Essigsäure. Das acidum aceticum der Offizinen hat meist nicht die erforderliche Konzentration. Sodann darf man nicht zu wenig Essigsäure verwenden, weil sonst nicht genügend Lösungsmaterial vorhanden ist. Hünefeld hält eine langsame Verdunstung für notwendig. Ameisensäure kann ev. die Essigsäure vertreten, wirkt aber weniger vorteilhaft wie diese. Fauliges Blut verliert die Krystallisationsfähigkeit, ebenso verliert auf Eisen befindliches Blut allmählich mit dem Rosten, auf Gewebsteilen mit dem Eintrocknen, die Eigenschaft, Krystalle zu bilden. „Ich zog das Blutrot in heisser Behandlung mit einem Gemisch aus Essigsäure, etwas Alkohol und Chloroform aus, filtrierte die Solution ab, verrieb sie mit einem Gemisch von essigsaurem Natron, saurem schwefelsaurem Kali und etwas Kochsalz, filtrierte, setzte noch etwas Essigsäure hinzu, that die Flüssigkeit in ein Präzipitationsglas mit flachem Boden und liess sie in diesem bis zum anderen Tage an der Luft verdunsten.“ Die Resultate waren sehr befriedigende. Diese Prozedur kann jedoch nur da angewandt werden, wo es sich um grössere Blutmengen handelt. Bei kleinen Blutmengen ist diese Methode nicht anwendbar, so dass Hünefeld auf die Teichmann'sche zurückkam. Für wichtig hält Hünefeld bei der Häminprobe die Verwendung von Eisessig, die langsame Verdunstung und den Auszug des Blutes mit Alkohol oder Ammoniak.

Zum Nachweis grösserer blutverdächtiger Flecke gibt H. Struve[1]) folgende Anweisung:

Ein grösserer Abschnitt eines mit blutverdächtigen Flecken versehenen Lappens wird mit Kalilösung behandelt. Der Fleck wird nach und nach aufgelöst. Die Flüssigkeit erhält eine bräunliche Tingierung. Nimmt die

1) Struve: Beitrag zur gerichtlich-chemischen Untersuchung von blutverdächtigen Flecken. Virchows Archiv. 79. Bd.

Färbung des alkalischen Auszuges nicht mehr zu, giesst man die Flüssigkeit ab und wäscht den Lappen mit Wasser aus. Die so erhaltenen Auszüge, die meistens trübe erscheinen, werden filtriert und darauf mit einer Tanninlösung versetzt, wodurch die Lösung augenblicklich eine stärkere, rotbraune Färbung annimmt. Darauf Zusatz von verdünnter Essigsäure bis zur sauren Reaktion, wodurch augenblicklich oder später ein Niederschlag entsteht, der bald heller, bald dunkler aussieht. Dieser Niederschlag wird gesammelt, auf dem Filter mit H_2O gewaschen, und bildet das Objekt zur Darstellung der Häminkrystalle. Hierzu werden zwei Proben des feuchten Niederschlages auf dem Filter genommen und auf zwei Objektträger gebracht. Zu jeder Probe bringt man eine Spur Kochsalz, die man an der Luft oder bei gelinder Wärme eintrocknen lässt. Der Rückstand wird dann in der bekannten Weise mit Essigsäure behandelt, und zwar die erste Probe unter Wärmeeinwirkung, die andere unter Zimmertemperatur. Um bei der späteren Durchmusterung der Objektträger möglichst sicher und schnell zu einem Resultate zu gelangen, schlägt Struve im folgenden vor, besonders wenn man mit minimalen Quantitäten, und dabei mit alten Flecken operieren muss, während des vorsichtigen Erwärmens der mit NaCl und Essigsäure versetzten Probe den Fleck mit einer Loupe zu verfolgen. „In den meisten Fällen bemerkt man dann, wenn wirklich Blut vorhanden sein sollte, eine leichte rötliche Wolke um die Probe sich bilden, die sich bald darauf nach einer Seite hin mehr ausdehnt, und hierbei gleichsam dem Verdunsten der Säure folgt. Dieses Zeichen muss man festhalten und nach der vollständigen Abkühlung des Objektglases auf diese Stelle hin mit dem Mikroskop einstellen."

In einer Arbeit: „Über das forensisch wichtige Verhalten von Blutspuren zu verschieden hoher Temperatur"

teilt Dr. Katayama[1]) mit, dass er bei der bekannten Teichmann-Darstellungsmethode (Kochsalz-Eisessig) noch Krystalle aus Blut, das bis zu 140° erhitzt war, in einem Falle aus bis zu 160° erwärmtem Blute erhalten habe. Hierbei waren es sehr kleine hanfkornförmige Häminkrystalle. Blut, das gleich in Essigsäure erhitzt war, liefert weit schwieriger Krystalle als solches, welches einen Tag in kalter Essigsäure gelegen hatte.

Blutflecken, welche im Zeuge sich befanden, gaben, nachdem sie mit einem Eisen gebügelt waren, folgende Resultate: War der Stoff vorschriftsmässig vorerst mit Wasser befeuchtet, und dann mit einem mässig heissen Eisen gebügelt, so versagte manchmal die Probe, öfters versagte sie beim Bügeln mit einem heissen Eisen, immer, wenn der nicht angefeuchtete Stoff mit einem sehr heissen Eisen gebügelt war. Die besten Resultate hatte Katayama, wenn er den Stoff ausschnitt, denselben einfach in kaltem Eisessig 24 Stunden sich auflösen liess, dann den erweichten Blutflecken mit einem Messer abschabte und dieses Abgeschabte auf die bekannte Weise behandelte. Versuche mit der offizinellen Essigsäure ergaben schlechtere Resultate, als wenn Eisessig zur Lösung verwendet wurde. Katayama nimmt als Grenze für die Darstellung der Häminkrystalle ein Erhitzen bis auf 140° an.

In einer Abhandlung von Dr. H. Hammerl[2]): „Untersuchungen über einige den Blutnachweis störende Einflüsse“ spricht sich der Autor auch in dem Sinne Katayamas dahin aus, dass Häminkrystalle noch nach Erhitzen bis zu 142° erhältlich seien. Drei Wochen lang

---

1) Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin. Neue Folge XLVIII. Bd. 1. Heft. Berlin 1888.

2) Vierteljahresschrift für gerichtliche und öffentliche Medizin 3. Folge 1892.

täglich 7—8 Stunden dem Sonnenlicht ausgesetzte Leinwand hat jedesmal negative Resultate ergeben.

Levin und Rosenstein[1]) modifizieren die Angabe Blondlots, der aus Blut, das bis zur Temperatur der Eiweissgerinnung erhitzt war, keine Krystalle erhalten zu können behauptet, dahin, dass aus allmählich bis zum Kochpunkt erwärmtem Blute Hämin zu gewinnen sei, nicht aber, wenn das Blut bis zur Trockne verdampft war. „Nach dem Erwärmen der Lösung bis 100° C. während einer Stunde erhält man musterhaft schöne rhombische neben hanfkornförmigen Häminkrystallen, bei 120° fast ausschliesslich hanfkornförmige, öfters auch Zwillinge und Mehrlinge. Die bei 140° erhitzte Blutmasse lieferte in mehr als $^2/_3$ der Versuche keine, und in den übrigen kleine, hanfkornförmige Krystalle. Längere Zeit fortgesetztes Erhitzen über 142° lässt die Häminprobe negativ ausfallen". Levin und Rosenstein prüften sodann noch die Möglichkeit, aus faulem Blute Hyäminkrystalle darzustellen. Die Ansichten über diese Möglichkeit gingen weit auseinander. Nach Janert, Büchner und Simon sollte auch Monate lang aufbewahrtes fauliges stinkendes Blut seine Krystallisationsfähigkeit behalten, doch sollten die Krystalle meist sehr klein ausfallen, während Wessel und Blondlot behauptet hatten, dass faules Blut seine Krystallisationsfähigkeit verliere. Nach Morache sollte man aus faulem Blute noch nach mehreren Monaten Krystalle erhalten können, wenn die äussere Temperatur niedrig war, während die Probe negativ ausfiel, wenn die Fäulnis z. B. im Sommer bei direkter Einwirkung der Sonnenstrahlen entstanden war.

Levin und Rosenstein kommen zu dem Resultate, dass die Dauer der Nachweisbarkeit der Häminkrystalle aus faulig gewordenem Blute nicht konstant sei.

---

1) Untersuchungen über die Häminprobe. Virchows Archiv Bd. 142, S. 134.

Nach 4—5, ev. noch nach 6 Monaten könne das Blut durch die Häminprobe nachweisbar sein. Blut, das sich auf gerbsäurereichem Holz befinde, liefere keine oder nur wenige Krystalle. Auf eisernen Geräten eingetrocknetes Blut erschwere die Probe sehr, oder mache sie unmöglich. Untersuchungen von mit Fetten vermischtem Blut ergaben im Gegensatz zu früheren und neueren Angaben positive Resultate. Für die forensische Untersuchung müsse die Forderung des Nachweises ausgebildeter Krystalle gestellt werden. Amorphe, körnchenartige Massen, sog. Granulationen von der Farbe der Häminkrystalle, könnten keine absolute diagnostische Bedeutung beanspruchen, weil die Möglichkeit der Täuschung gerade bei solcher Gestaltlosigkeit gross ist. Unmöglich sei es auch, die verschiedenen Krystallformen als Massstab für die Unterscheidung, ob Menschen- oder Tierblut, zu benutzen. Man könne aus Menschenblut, bei gleicher Vergrösserung beobachtet, kleine und grosse Krystalle und auch solche darstellen, bei denen das Verhältnis der Breite zur Länge sich nicht wie 1 : 1, 5—3, sondern auch wie 1 : 5—8 verhält. Unter den Häminkrystallen aus Menschenblut sähe man auch Sternformen, Zwillingsformen u. s. w., gleich wie beim Tierblut. Es sei auch unrichtig, dass die Häminkrystalle aus Menschenblut heller wie die aus Tierblut seien. Die häufigste Form der Häminkrystalle sei die rhombische, schmal oder breit; häufig auch sei Kreuz- oder Sternform vorhanden. Seltener seien Rauten- und Paragraphenformen, Schlüsselbart- und Schwalbenschwanzformen, letztere sehr selten. Häufiger seien die hanfkornförmigen und Weberschiffchenkrystalle.

Levin und Rosenstein schliessen ihre Abhandlung mit den Worten: „Es ergeben sich noch so viele weitere Möglichkeiten von abnormen, nicht im einzelnen aufzuklärenden reaktiven Störungen für die Häminprobe, dass eine volle Aufklärung aller möglichen Verhältnisse

wohl ausgeschlossen ist. Es bleibt dann noch in zweifelhaften Fällen, in denen die Häminproben im Stiche lassen, die Spectralanalyse übrig.“

Dvornitschenko[1]) will Häminkrystalle spontan in ausgetrocknetem faulendem Blute entstehen gesehen haben, und erklärt dies dadurch, dass sich in jedem Blute Kochsalz in genügender Menge finde und anstatt der Essigsäure viele bei der Fäulnis entstehende Fettsäuren in Wirkung treten; Dvornitschenko fügt hinzu, dass man die Essigsäure durch Ameisen- und Milchsäure ersetzen könne.

Richter[2]) stellt folgende vier Bedingungen für die Darstellung der Krystalle:

„Die erste Bedingung ist die Lösung der zu untersuchenden Substanz.“

„Als zweite Phase können wir die Umwandlung des Blutfarbstoffes in Hämatin betrachten, soweit derselbe nicht von vorne herein als solches vorlag, oder durch das Lösungsmittel in Hämatin verwandelt worden ist.“

„Drittens käme in Betracht die Chlorierung des Hämatinmoleküls.“

„Endlich ist, da ja nur krystallisiertes Hämatin für die mikroskopische Diagnose verwertet werden kann, die Bildung von Krystallen herbeizuführen, denn mit der Chlorierung des Hämatins ist nicht das Auftreten der charakteristischen Krystalle unbedingt verbunden.“

Auf zwei Punkte, die bei der Darstellung der Krystalle beobachtet werden müssen, macht auch Richter noch besonders aufmerksam. Einmal warnt Richter vor allzu starkem Erhitzen des Präparates, und anderseits verweist

---

1) Einige Beobachtungen über die Untersuchung von Blut- und Nervenflecken. Vierteljahresschrift 1900, 3. F., XX. Bd.

2) Richter: Über Häminkrystalle. Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen. 3. Folge, XX. Bd., 1. Heft. Jahrgang 1900, 3. Heft.

er auf den Zusatz einer genügenden Menge Essigsäure, deren Lösungszeit nicht zu kurz bemessen werden darf.

Bezüglich der Darstellung von Krystallen aus Blutflecken, die sich auf rostigen Messern befinden, sagt Richter folgendes sehr Bemerkenswerte:

„Während man nun mit dem vom Objekte, z. B. von dem rostigen oder blanken Messer direkt auf den Objektträger gebrachten und in der üblichen Weise behandelten Blute keine Krystalle erhält, mit der frisch hergestellten Essigsäurelösung nur selten und in geringer Anzahl, sind sie auch nach 5 Monaten von Eisenklingen und dergleichen regelmässig und reichlich zu erhalten, wenn man die Lösung erst nach 12—24 stündigem Stehen zur Vornahme der Häminprobe benutzt."

Richter kommt auf Grund seiner Untersuchungen kurz zu folgenden Schlüssen.

„Die Schwierigkeit des Häminnachweises in Blutspuren wird in der überwiegenden Mehrzahl der praktischen Fälle durch die erschwerte Löslichkeit der Blutspuren bedingt." „Diese Herabsetzung der Löslichkeit und speziell die geringe Löslichkeit in Essigsäure beruht vorwiegend auf der Umwandlung des Farbstoffes in Hämatin." „Das Alter der Blutspuren, sowie die Art ihrer Unterlage hat in vielen Fällen insofern einen Einfluss auf den negativen Ausfall der Häminprobe, als durch diese Momente die Umwandlung des Hämoglobins in Hämatin herbeigeführt oder beschleunigt wird." „Endlich ist wahrscheinlich in dem eigentümlichen Verhalten mancher alter Blutspuren bei Behandlung mit Essigsäure, nämlich in der Bildung von Hämochromogen mit ein Moment zu erblicken, welches die Häminprobe ungünstig beeinflussen kann und empfehle ich für solche Fälle, die Umwandlung des Hämochromogens in Hämatin abzuwarten oder herbeizuführen, bevor man an die Vornahme der Häminprobe schreitet."

Zahlreiche Versuche, die ich selbst anstellte, betrafen die Frage der Gewinnung der Häminkrystalle aus altem Blute. Ich benutzte Blutflecken auf verschiedenen Stoffen, welche wiederum auf verschiedene Weise aufbewahrt waren. Das Alter der Blutflecken schwankte zwischen 6—16 Monaten.

Ursprünglich verfuhr ich bezüglich der technischen Ausführung des Experimentes in der althergebrachten Weise der Herstellung der Häminkrystalle auf dem Objektträger unter dem aufgelegten Deckglase. Gewebsteilchen wurden auf den Objektträger gebracht, mit einfacher offizineller Essigsäure, nicht Eisessig, umgeben, und nach dem Zusatze von etwas NaCl unter dem Deckglase zur Verdunstung gebracht. Die Resultate bei dieser Art von Experimentieren waren sehr schlechte; die nur nach Minuten berechnete Lösungszeit für das 12—16 Monate alte Blut erwies sich als viel zu kurz. Etwas bessere Resultate erzielte ich, wenn ich die Essigsäure 3—4 Stunden auf die Gazestückchen im Reagenzglase einwirken liess, und dann von dieser Lösung einen Tropfen auf den Objektträger brachte. Ob die Essigsäure mit dem Gazestückchen vorher gekocht, mässig erwärmt oder nicht erwärmt wurde, ob das NaCl vor oder nach dem Kochen zugesetzt wurde, schien mir keinen wesentlichen Einfluss auf das Zustandekommen der Krystalle auszuüben. Auch schien mir eine langsame Verdunstung vor der schnellen keinen Vorzug zu haben. Trotz zahlloser Experimente konnte ich weder der einen noch der anderen Ausführung den Vorzug geben. Bald waren die Resultate so, bald so befriedigender. Sicher aber übte eine zu grosse Kochsalzmenge einen negativen Einfluss auf das Zustandekommen der Krystalle aus.

Bessere Resultate fand ich bei der Anwendung des Eisessigs, den ich zunächst dieselbe Zeit, also 3—4 Stunden, im Reagenzglase auf das Blut einwirken liess. Mit sämtlichen aus den verschiedensten Offizinen geholten Essigsäureproben bekam ich nicht die guten Resultate wie mit dem Eisessig. Einer schnellen Verdunstung musste ich aber entschieden den Vorzug geben. Oft fand ich grade „nach dem Abspringen" des Deckgläschens auf dem Objektträger, da, wo der Rand des Deckgläschens gelegen hatte, schöne grosse Krystalle, während nur wenige kleine Krystalle im inneren Bilde zustande gekommen waren. Kochte ich den Eisessig vorher längere Zeit im Reagenzglase, so hatte das entschieden einen nachteiligen Einfluss auf das Zustandekommen der Krystalle, im Gegensatz zum schnellen Verdunsten auf dem Objektträger, selbst bis zum Abspringen des Deckgläschens. Wenn das Blut 2 mal 12 Stunden der Einwirkung des kalten Eisessigs ausgesetzt war, hatte ich selten einen Misserfolg beim Experimentieren, weder bei schnellem noch langsamem Verdunsten des Eisessigs. Freilich war die Zahl der Krystalle bisweilen gering und diese selbst meist nur klein ausgebildet.

Späterhin sah ich von der Benutzung des Deckgläschens ganz ab. Ich verfuhr dann bei der Herstellung der Präparate folgendermassen: Nachdem ich den Eisessig auf die Gewebsteilchen im Reagenzglase hatte einwirken lassen, — und je länger dies geschah, desto sicherer war der Erfolg — brachte ich von dieser Lösung einen Tropfen auf einen vorher stark erwärmten Objektträger. Auf einem kalten Glase läuft der Tropfen sofort aus, was durch die Hitze des Glases ganz verhütet wird. Man kann bequem den Objektträger am einen Ende des Glases in die Finger nehmen und die äussere Hälfte des Glases über der Petroleumlampe, der ich später vor der flackernden Spiritusflamme den Vorzug gab, erhitzen. Das schlecht leitende

Glas ermöglicht leicht, trotz starker Hitzeeinwirkung den Objektträger in der Hand zu behalten. Nachdem dann eine Spur NaCl zugesetzt war, wurde der Objektträger über dem Lampencylinder auf- und abbewegt, und so der Tropfen schnell zur Verdunstung gebracht. Trübte sich der Tropfen, oder bildeten sich in demselben durch starke Hitzeeinwirkung Bläschen, so waren diese Erscheinungen keineswegs als störende für die Krystallbildung zu erkennen. Den durch das Verdunsten immer kleiner werdenden Tropfen kann man leicht durch geeignete Manipulation, durch schnelles Neigen des Glases vor seiner gänzlichen Verdunstung, zum Auslaufen bringen, so dass der Tropfen elegant auf der glatten heissen Fläche hineilend eine Art Kometenbahn hinterlässt, in deren Verlauf sich die Krystalle in grosser Zahl finden. Vorteilhafter wohl ist es noch, die Halbkugelform des Tropfens ruhig bis zur gänzlichen Verdunstung zu belassen, oder ihn doch nur durch leichtes Hin- und Herbewegen und leichte Neigung des Glases gewissermassen im Kreise herumzuführen.

Später fand ich, dass man von der Benutzung des NaCl ganz abstehen kann, und dass man statt dessen auch einfaches Wasser benutzen kann, wenn dasselbe auch nur, was ja immer der Fall ist, Spuren von Salzen enthält.

Ein Tropfen der Eisessiglösung aus dem Reagenzglase wurde auf den stark erwärmten Objektträger und dann ein Tropfen Wasser mit einem Glasstabe direkt in den Eisessigtropfen gebracht. Das Glas muss sofort wieder über die Flamme gehalten werden, da diese Mischung leichter ausläuft, zumal eine ziemliche Abkühlung des Tropfens dadurch bedingt wird. Darauf lässt man die Flüssigkeit in der oben angeführten Weise verdunsten. Bei dieser Methode hatte ich durchweg bessere Resultate, als wenn ich Kochsalz anwandte.

Wunderschöne zahlreiche Krystalle erhielt ich auch, wenn ich folgendermassen verfuhr: Eisessig, der 24 Stunden

auf ein Gazestückchen eingewirkt hatte, wurde gemischt und geschüttelt mit Salzsäure, im Verhältniss von 3 : 1, oder auch in anderem Verhältnisse. Es erschienen grosse, einzeln, gekreuzt, gesternt und in Haufen liegende Krystalle. Nach weiterem Zusatze von Eisessig und Salzsäure erschienen die Krystalle zahlreicher. Hierauf wurde die Lösung durch Brunnenwasser auf eine fast wasserklare Lösung verdünnt. Die Zahl der grossen und schön geformten rhombischen Krystalle war jetzt grösser als vorher, allerdings waren selten gekreuzte oder gesternte Formen vorhanden. Die Verdunstung wurde hierbei sehr schnell vorgenommen. — Von dieser selben Lösung wurden nach demselben Modus Proben bei feuchter Witterung gemacht, und die Proben fielen fast alle negativ aus. Ich machte bei trockener heisser Witterung eine neue Lösung in der oben beschriebenen Weise; bei Witterungsumschlag erhielt ich am Morgen eines trüben Tages bedeutend weniger Krystalle, am regnerischen Abend desselben Tages konnte ich mit dieser Art von Lösung gar keine Krystalle erhalten, während mich die Versuche mit Eisessig und Kochsalz kaum im Stich liessen, wenn der Eisessig längere Zeit eingewirkt hatte. Wenn ich das Gazestückchen zuerst der Einwirkung der Salzsäure aussetzte und dann Eisessig und Wasser zusetzte, erhielt ich niemals grosse Krystalle, wohl zuweilen kleine Stäbchenform. Grosse Krystalle waren weder bei trockner noch feuchter Witterung zu erhalten.

Einige Male war es mir auch möglich, nur mit einer Lösung von Blut in Eisessig ohne Zusatz von Wasser oder Kochsalz vereinzelte Krystalle zu gewinnen. Vielleicht genügte das beim Ausspülen des Reagenzglases zurückgebliebene Wasser, um das zur Bildung der Krystalle notwendige Salz zu liefern, vielleicht auch die Salze des Blutes, die bei der Lösung des Gazestückchens im Eisessig mit in die Flüssigkeit übergingen.

Fettbeimengungen erschwerten das Zustandekommen der Krystalle, machten es aber nicht unmöglich, doch erhielt ich hierbei niemals grössere Krystalle.

Auch war nach meinen Untersuchungen Schimmel kein Hinderungsgrund, dass sich Häminkrystalle bildeten. Die befriedigendsten Resultate hatte ich auch hier, wenn ich folgendermassen verfuhr: Verschimmelte Gazestückchen überliess ich wieder 12—18 Stunden der Einwirkung des Eisessigs, und erhielt dann öfters kleine Stäbchen und hanfkornförmige Krystalle, niemals aber bei irgend einer Darstellungsmethode grosse Krystalle, selten Stäbchenformen. Sodann habe ich Versuche angestellt mit einem Dolche, an dem sich neben Rostflecken blutverdächtige Flecken befanden. Ich habe bei diesen Experimenten Beobachtungen gemacht, wie sie auch Richter angiebt. Brachte ich Partikelchen direkt von der Klinge auf den Objektträger, so erhielt ich nie Krystalle, auch nicht, wenn ich abgekratzte Partikelchen einige Stunden im Reagenzglase der Einwirkung des Eisessigs überlassen hatte. Da ich nach 2—3 Stunden weder mit NaCl, noch mit H_2O Krystalle erhalten konnte, liess ich den Eisessig etwa 16 Stunden auf die abgeschabten Körnchen einwirken. Abermalige Versuche nach dieser Zeit ergaben unzweifelhaft zahlreiche mittelgrosse, schon gefärbte Stäbchenformen, gekreuzt und einzeln liegende. Also auch nach meinen Untersuchungen hängt der positive Ausfall bei etwa vorhandenem Blute ab von einer genügend langen Lösungszeit.

Sodann untersuchte ich die Angaben von Helwig, welche auffallender Weise in der Litteratur bisher kaum Beachtung gefunden haben, dass auch mit Jodkalium Häminkrystalle hergestellt werden können, einer Probe. Meine Untersuchungen bestätigten die Angaben Helwigs. Die Resultate, die ich bei meinen Experimenten bekam, waren durchaus zufriedenstellende. Fast ausnahmslos waren es aber hanfkornförmige Krystalle, z. T. beträchtlich grosse,

auch viel gekreuzte. Am befriedigendsten fielen die Experimente aus, wenn ich der Eisessiglösung + Jodkali noch H_2O zusetzte, und wenige Tropfen von diesem Gemisch vorher im Reagenzglase noch besonders kochte. Vielleicht war es aber auch das H_2O allein, was wieder den günstigen Ausfall der Probe bedingte. Jedenfalls gaben fast sämtliche Experimente, die ich mit H_2O neben dem Jodkali anstellte, bessere Resultate. Der schnellen Verdunstung nach vorherigem Kochen gab ich auch hier, wo keine Deckgläschen gebraucht wurden, bei weitem wieder den Vorzug.

Ein vorheriges Auflösen von blutverdächtigen Flecken in destilliertem Wasser, wie es Kunze vorschlägt, ist nach meinen Erfahrungen unzweckmässig. Ebenso erscheint mir die Angabe von Kunze, dass die Hanfkornform unter den Krystallen die vorherrschende sei, nicht richtig. Hanfkornform erhielt ich meist dann, wenn die Lösungszeit im Eisessig oder der Essigsäure nicht genügend lang war, wenn es sich um schimmliges Blut handelte, und bei der Anwendung von Jodkali; im letzteren Falle waren die hanfkornförmigen Krystalle sehr gross.

Die Beobachtung, die Hofmann gemacht hat, dass das Vorhandensein von Gewebsfasern störend sei für die Bildung und das Zustandekommen der Krystalle, habe ich nicht gemacht. Im Gegenteil fand ich oft, dass zwischen und an den Gewebsfasern sich die schönsten und grössten Krystalle bildeten, die Fasern gewissermassen Krystallisationspunkte für die Krystalle bildeten. Es kann sich also bei einem etwaigen störenden Einfluss von seiten der Fasern weniger um einen mechanischen als chemischen Insult handeln, welch letzterer ja wohl bei meinen 12—16 Monate alten, ehemals sterilen Tupfern wegfällt. Soweit meine eigenen Untersuchungen. Auf Grund derselben

möchte ich für die Gewinnung der Häminkrystalle aus älterem Blute folgende Gesichtspunkte als wesentlich betonen.

Erstens darf die Lösung des Blutfarbstoffes nur vorgenommen werden in wirklichem Eisessig, zweitens soll die Quantitat des Eisessigs eine nicht zu kleine sein. Drittens ist besonders darauf zu achten, dass die Lösungszeit im Eisessig eine genügend lange sei.

Von den verschiedenen von mir erwähnten Methoden gebe ich unbedingt der Eisessig-Wassermethode den Vorzug. Auch glaube ich die Jodkali-Methode warm empfehlen zu können. Sodann käme die Essigsäure-Salzsäure-Wasser-Methode in betracht, deren Ausfall aber freilich von den Witterungsverhältnissen abhängig zu sein scheint.

Zum Schlusse erfülle ich noch die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Ungar für die freundliche Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Wurde geboren am 17. X. 1873 als Sohn des Pastors Leonhard Müller zu Barmen und seiner Gattin Maria geborene Schütte aus Soest. Besuchte die drei Vorklassen der Realschule, der jetzigen Oberrealschule zu Barmen, dann das Gymnasium daselbst. Ostern 92 verliess ich dieses und ging nach Moers a. N.-Rhein, wo ich die drei Oberklassen absolvierte. Nach bestandenem Abiturium bezog ich Ostern 95 zunächst die Universität Erlangen, wo ich Ostern 97 das Tentamen physicum bestand. Dann besuchte ich die nächsten zwei Semester die Universität Strassburg, wo ich meinen militärischen Verpflichtungen auch genügte. Ostern 98 bezog ich die Universität Bonn, wo ich am 27. November 1900 das medizinische Staatsexamen beendete.

Meine Lehrer in Bonn waren: Binz, Bohland, Doutrelepont, Finkler, Fritsch, Koester, Leo, Petersen, Saemisch, Schede, Schmidt, Schultze, Ungar, Witzel. Allen diesen meinen verehrten Lehrern spreche ich an dieser Stelle noch meinen Dank aus.